

バーチャルリアリティとICT教育

櫻井 広幸 Hiroyuki SAKURAI
立正大学心理学部准教授

1. はじめに

「立正大学サイバーキャンパスネットワークプロジェクト」は文部科学省平成17年度サイバーキャンパス整備事業に採択され、本研究は、その中の「研究活動に関する利用計画」により開始された⁽¹⁾⁽²⁾。

e-Learning 活用の基本的な考え方には、「従来の教育の代替手段として、教育のコストダウンや多数のプログラム提供や教育の早期修了などを目的とする活用法」と、「e-Learning でなければできない新しい活用法を開拓する」という考え方の2通りがある。本研究は、後者のe-Learning の新しい展開という観点として、バーチャルリアリティの利用に取り組むものである。また、対面型授業併用のブレンディッド・ラーニングに関しても、誰にでも分かる教材づくり・授業づくり - いわば 教育のユニバーサルデザイン」ととらえられるのではないだろうか - というコンセプトも踏まえて展開可能だと考えられる。

2. e-Learning にあるバーチャルリアリティの発想

バーチャルリアリティとe-Learning（遠隔教育も含める）とは、発想的にも関連の深いことが指摘できる。すなわち、元来、e-Learning とは、相手が実際には目の前に存在しなくとも、時空の壁を越えあたかもそこにいるかのように教育的活動を達成することを目的としている。

一方、バーチャルとは本来、「物理的な実体はないが、機能の本質としては実在するもの」をさす。それゆえ、バーチャルリアリティ（Virtual Reality :

VR と略記）とは、いわば 本質的現実" とでもいうべき内容をもつといえるであろう。

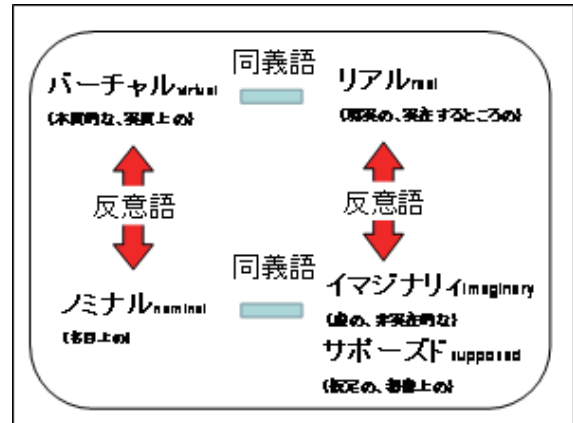


図2 バーチャルが持つ意味

これらのことが理解されれば、e-Learning という発想は、本来バーチャルリアリティそのものなのではないかと、ということに気づくであろう⁽³⁾。

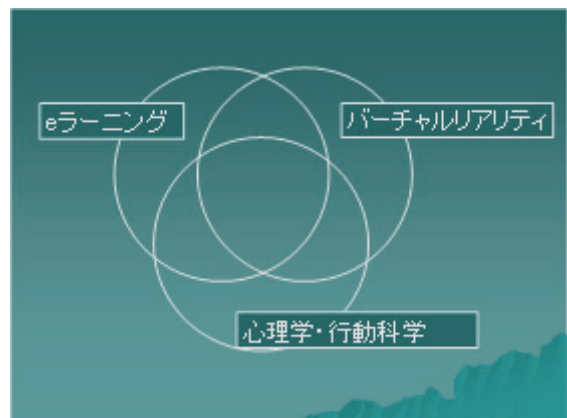


図3 e-Learning, バーチャルリアリティ, 心理学

3. バーチャルリアリティのためのシステム

(1) システムの概要

今回立正大学で導入したVRシステム「オメガステーション」⁽²⁾（図4参照）の主な構成は、ソリッドレイ研究所製立体視・VR空間構築ソフト「オメガスペースVer.3」、回転センサーを取り付けたRockwellCollins Kaiser Electro Optics社製立体視用ヘッドマウントディスプレイ（Head Mounted Display : 以下、HMDと略記）「SR80」、POLHEMUS社製3次元センサー（パトリオット）を組み込んだ

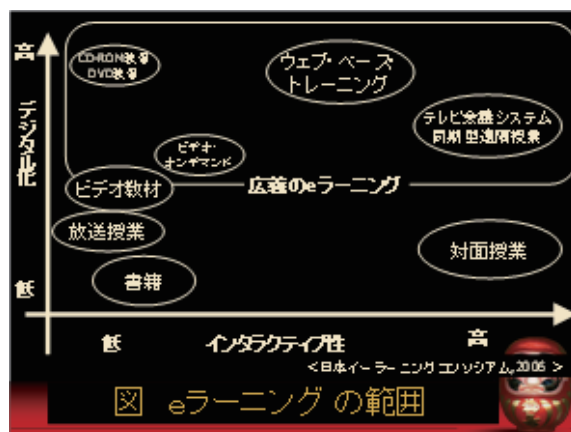


図1 e-Learning の範囲

Immersion Corporation 社製グローブ型デバイス「サイバークロブ」を組み合わせたものである。なお、本システムでのオメガスペースには、本来の立体映像作成機能およびネットワーク機能（1対1）の他に、マルチポイント（多地点）接続対応機能が付け加えられている。したがって、最小限、ネットワーク（インターネット）と同様のオメガスペースを備えていれば、学内だけでなく学外のシステムとも容易につなげるという利点を有している。



図4 オメガステーション外観

その他の特徴としては、画像入力ボード (Osprey-100)、USBキャプチャBOX、USBカメラ1、USBカメラ2、19インチディスプレイ、ヘッドセット（ヘッドホンはノイズリダクション機能付きのもの）等である。なお、オメガスペース用PCとマルチポイントサーバとして、ともにCELSIUS N440（富士通社製）を使用した。

今回のシステムは、センターに中央サーバを設置するのではなく、各地点にマルチポイントサーバを置き、その下にオメガスペースをインストールしたPCが配置されている。各PCで何らかのイベント（たとえば、オブジェクトの操作や切り替えなど）が発生すると、その情報（位置情報やオブジェクト情報、色変更などのマテリアル・テクスチャ情報、衝突・時間等の設定情報、デバイスのボタン情報等）

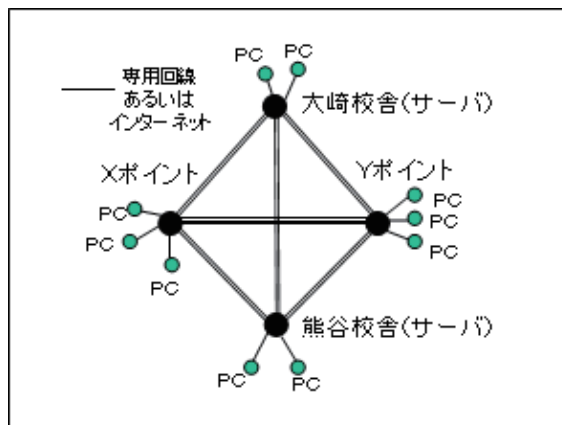


図5 マルチポイントサーバを用いたイベントの同期

がサーバを介して他のPCに送信され、それを受けて各PC内のオメガスペースがローカルで当該イベントを再現させる。

(2) スクリーン型とHMD型

VRの視覚ディスプレイは、スクリーン型とHMD型に大別されるであろう。スクリーン型の代表格はCAVE(型)"であろう(図6参照)。

これは、正面のスクリーンだけでなく、左右、そして、場合によって床面、天井面もスクリーンとし、映像を投影するものである。しかし、これは非常に場所をとり、床面まで背面プロジェクターを配置するとなると一層構築も大掛かりになる。

そのため、本システムでは、まず、HMD(図7参照)の利用が検討された。

これには、一つに「空間」を設置するにあたり、HMDの方が360°の視空間に対応可能であることから、スクリーンよりも効果のあることが指摘できる。本システムのHMDは、1m先に62インチのディス

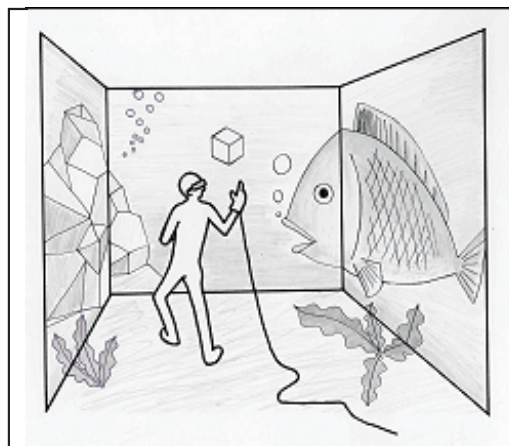


図6 CAVE型システム

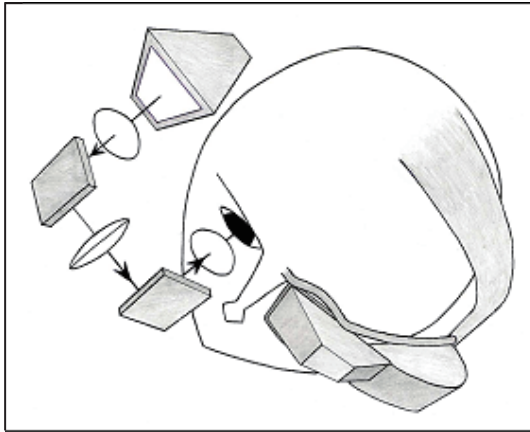


図7 HMD の一例

プレイを観ることと同等の体感があり、回転センサーにより、頭を向けた方向に3D（立体視）空間がリアルタイムで描画される。これは、VR空間を構築する際に要点となる「没入感」を高めるために非常に重要である。さらに、実際上の設置場所の問題や、将来的に予測されるVRの「パーソナル化」からのスペース等の問題に対しても、HMDの特徴が期待される。なお、「没入感」は自己が取り囲まれる感覚・状態を指す場合のみでなく、自己が没頭した感覚・状態を指す場合もある。またその他に、臨場感の問題（自己観察の問題）や、他の感覚ディスプレイを複数組み合わせることにもHMDは適していることが指摘されよう。さらに、既に述べたスペースの問題とも関係するが、今後の情報端末のユビキタス化を見通したディスプレイともいえるのではないであろうか。

4. バーチャルリアリティの機能

(1) VRによる教育的空間での機能

今回実際に導入されたVRシステム「オメガステーション」においては、e-Learningに関し有効に機能させるため、複数の新しい機能の開発とシステム接続、運用の形態が検討され⁽⁴⁾、VR空間構築を進めた。たとえば、それらは以下のようなものであった。（なお、仮称の場合も含む）

空間ブルダウン（フローティング）スクリーン

のドラッグ・ドロップ機能

（サイバークローブの組込）

音声・映像の組込、取り入れ

（ノイズリダクション型ヘッドセット）

アバターのためのスキャニング機能の組込

音声認識・テキストスクリーン（フローティングメモパッド）機能

インターネット・アクセスボタン
環境（壁紙）切り替え機能



図8 空間スクリーン操作のイメージ

(2) 接続、運用の形態

第1パターン

：遠隔教育システム VRシステム

遠隔教育システム（親教室）から送信されている「教師映像（板書画面を含む）」「PC画面の画像」「書画カメラ（資料）画像」の三つの信号を取り込み、子教室（リモート）のVR空間内空間スクリーンで見ることができ、また音声も聞こえるようにする。こちらに質問があるときは、子教室内の質問ボタン等利用し、教師に意思表示する。

空間スクリーンの解像度については、教師映像および書画カメラ画像は640×480pixel（信号は各々NTSC（RCA）とRGB）、授業支援ソフトWING-NETからのPC画像は720×480 pixel（NTSC（RCA））であった。

遠隔システムでのコラボレーション授業形態において、自分側が親教室に切り替わった場合は、オメガステーションに装備されたUSBカメラ1でローカ

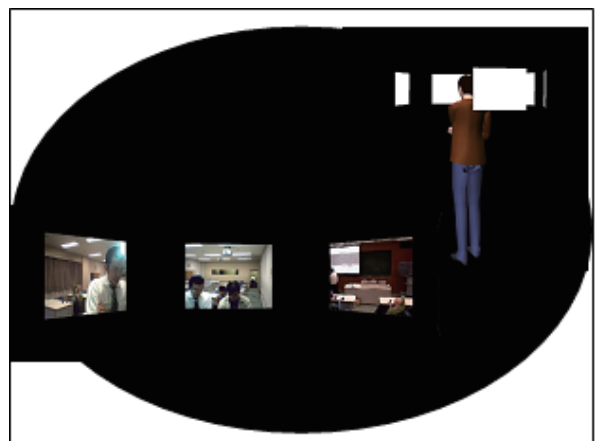


図9 VR空間内の状況

ル側の教師映像を取り込み、USB カメラ 2 でローカル側の教室・学生映像（オーディエンス映像）を取り込む。解像度はいずれも 640×480pixel であった。

第 パターン

: VR システム 遠隔教育システム

VR 空間内での様子や、その中で講義・説明している状況が、遠隔教育システムのスクリーンに映し出されるパターンである。いわば、第 パターンと逆の状態といえ、VR システム側の映像出力を遠隔教育システム上に流すことで実現する。

第 パターン

: VR システム VR システム

VR システム同士をつなぎ、空間を共有する。

ここでは、人物はアバターとして登場する（図12参照）。もちろんスキャニングの方法を変え、将来的には全身や表情をフルCG化する手法も考えられる。また、音声だけでなく、音声認識によるテキストスクリーンもコミュニケーションツールに加える。他に、空間内にボタンを置き、一旦 2D 画面への切り替えとはなるが、インターネットへのアクセスを可

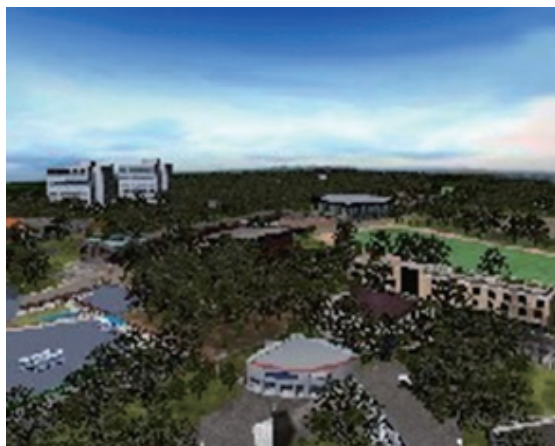


図 10 熊谷校舎ウォークスルー



図 11 大崎校舎ウォークスルー全景

能とする。また、空間の背景を切り替える機能も使い、環境効果を検討する。



図 12 VR 空間でのアバターの素モデル

5. バーチャルリアリティ心理学

現在すでに、VR 研究の一環として VR 空間における知覚問題（特に視知覚）に関する検討がいくつかなされている。一方、筆者らは一連の研究においてバーチャルリアリティ心理学を提案しているが、これは、さらに異なったテーマ展開を加えたものである。それは一つに、バーチャルリアリティを "空間" でとらえ、現実空間のシミュレートとしてではなく、その VR 空間を、もう一つの現実"あるいは新しい世界" ととらえることである。すなわち、バーチャルリアリティ心理学では、実空間とは異なった新しい空間を構築できるとしたら、どのような空間があり得るか、どのような空間が求められるかを考察する。いわば、人間の能力向上を強力にアシストするための空間づくりをバーチャルリアリティ心理学では提案していこうという意図である。

バーチャルリアリティのエッセンスは、本来、い

わば対象・事象の可 知覚" 化 すなわち 可知化" にあるといえるのではないだろうか。つまりバーチャルリアリティ空間において、実空間では聞こえない事を聞こえるようにする、実空間では触れることができないものに触れることができるようにする、実空間では表現・再現できない対象を提示できるようにする、ということである。広い意味で考えると、自分の頭の中のみが存在する思考・イメージもそれにあたるであろう。

以上のように、遠隔教育・e-Learning とバーチャルリアリティは本来非常に関係が深く、そしてバーチャルリアリティ心理学は、上記に示した方向性での心理的空間の構築を積極的に提案してゆく。

バーチャルリアリティ心理学がすべてバーチャルリアリティ研究とは限らないのは、必ずしもバーチャルリアリティと関係するのではなくとも領域としては存在しえるもの、およびすでに存在しているものもあるためである。ただし、それらの多くはバーチャルリアリティが使えることによって、盛んになるであろう。すべての段階でバーチャルリアリティに依存しているばかりでなく、バーチャルリアリティでコントロールできることを意図して行われる心理学研究、あるいはバーチャルリアリティシステムで利用されてはじめて意味を持つ心理学研究も今後注目されると考えられるためである。心理学の目的は、行動の記述、説明、予測、制御（コントロール）であるが、研究レベルは通常上記の方向ですすんでゆく。一方バーチャルリアリティ心理学においては、スタートポイントが行動制御となる可能性が示唆される。この点においても、本アプローチはユニークだと考えることができよう。



図13 VR システム概要 内部

6. ブランディッドラーニングと超臨場感、バーチャルリアリティおよびコンテンツ

(1) ハイブリッド授業事始め

教育・研究活動への高度 ICT（インフォメーション アンド コミュニケーション テクノロジー）導入の一環として、授業の一部で、対面授業と e-Learning を組み合わせたいわばブランディッドラーニングに取り組むことも試みた。たとえば、対面授業に加え、パソコン操作など授業の一部を e-Learning としてコンテンツ化してインターネット上に置き、受講生に好きな時に自分のパソコンからアクセスして予習・復習に役立ててもらおうという形が考えられた。大学の授業は、本来、教室での授業に加え数時間の学習を伴って達成されるものなので、e-Learning コンテンツを提供することによって、この自己学習に大いに役立ててもらえることができるよう。図 14 は、対面授業の様子と、e-Learning としてコンテンツ化したものの例（右下部分）である。今後は、対面授業の中でも、ICT によって知識の提供ルートを増やし、より個性的な授業を、と検討することが有用であろう。



図14 ブランディッドラーニングの一例

(2) 感覚ディスプレイの検討

今後は、アバターであるがゆえの利点⁽⁴⁾についても考察を深めながら、講義コンテンツ等をバーチャルリアリティで作成するような試みが考えられるであろう。その際は、個々の完成度がまだ完全でなくても良いので、いくつかのサブシステムを組み合わせる試みなされるべきであろう。これを感覚ディスプレイのテーマからみると、まず視覚については、既にスクリーン型とHMD型にふれたが、本研究の立場からは、HMD がより注目される。なぜなら、これには遮蔽の効果もあるので、複数の感覚ディスプレイ併用の場合には有効だと考えられるためであ

る。また、VR 空間への没入感と設置スペースの点からは、大スクリーン型よりもHMDの場合ならば一層パーソナルユースに適し、したがって、これまでのテレビ受像器やパーソナルコンピュータの歴史的展開にあるように、「一家に一台」といった普及の可能性もあると考えられる。聴覚に関してはステレオ技術が進んでおり、嗅覚については少数の基本試料からおいをブレンドするソフトと装置が提案されている。触覚・体性感覚についてはいくつかのフォース・フィードバック装置（図15参照）が市販されており、味覚については人の舌の感じ方を測定・数値化しようと味覚センサが開発され、データベース化を進めている研究⁽⁵⁾も見受けられる。

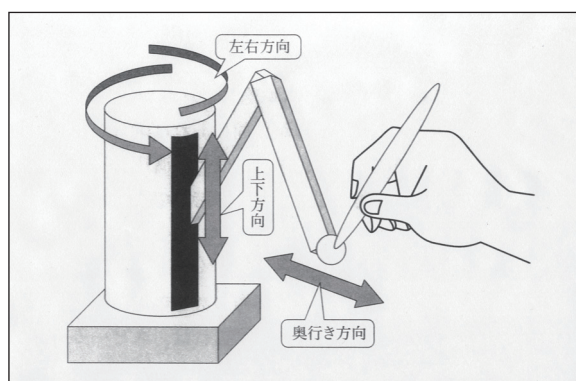


図15 フォース・フィードバック装置の一例

(3) 超臨場感

超臨場感とは、究極の臨場感を検討する「超臨場感コミュニケーションフォーラム」で使われている表現である。e-Learning でなければできない (e-Learning の) 新しい活用法を考えると、これは重要なキーワードである。つまり、体験学習はバーチャルリアリティによって可能になるが、実空間では不可能だが、実空間と全く同じように体感することで意味が生ずる体験もある（バーチャルリアリティ自体は現実のシミュレーションに限定されないで、その意味で、必ずしも超臨場感と等価ではない）。そのためには、超臨場感の実現は、e-Learning の活用法を大きく広げると考えられる。たとえば、数や量は、あらゆる学問分野に共通する概念であり、それだけ重要な基礎経験だといえるが、概念の域を超えて体感することは実空間ではできず、超臨場感によってはじめて達成されることも少なくないのではないだろうか。

(4) コンテンツ

e-Learning であってもバーチャルリアリティであっても、結局、コンテンツの良さが最も重要であるこ

とはいうまでもない。したがって、教育機関では、教材作成のサポート力が問題となることが示唆される。特に大学では、FD（およびSD）を含んだ取り組みとして考えることが自然であろう。



図16 コンテンツの一例 - 聴覚の理解 -

バーチャルリアリティでのコンテンツとはどのようなものか？にわかにはイメージできないかもしれないが、そのキーワードは既に述べたごとく「可知化」である。例えば、振動（音波）が鼓膜から三つの骨で増幅されて蝸牛に振動が伝わり、その振動に有毛細胞が反応して音が知覚されるメカニズムは、図解や動画などである程度確認することが可能であろう。しかしそうしたメディアによって、有毛細胞の位置やその揺れ具合によって音の高さと大きさが異なって脳内に生まれるという実にダイナミックな仕組みを、果たしてどこまでインタラクティブに知ることができるであろうか。聴覚は、視覚同様それ自体が、脳が生んだバーチャルリアリティだということもできるが、VR コンテンツによってその仕組みがダイナミックかつインタラクティブに体感可能となるのではないだろうか。

VR コンテンツでいう「可知化」とはまた、時間軸を操作するということも含まれる。例えば、歴代の学長に出会うという体験も大学のユニバーシティアイデンティティやブランドビジョン構築には有効なのではないであろうか。また、空間であれば、いつもは行けない場所、あるいは、誰も行った事のない場所（時空を掛け合わせて、宇宙誕生の場なども）を創り出すこともできる。



図17 上、下ともどこかでよく見ている場景。
いずれもVRコンテンツである。

時間・空間・機能、はVRコンテンツによる可知化を考える際の重要ポイントである。

(5) コンテンツと感性

感性を扱う感性心理学は、いわば「感動」がテーマの一つだといえる。すなわち、可知化によって知性を豊かにするだけでなく、VRコンテンツを用いて、言ってみれば脳内のイメージ世界を外へと持ち出すことによって、これまでは人とは伝え合うことができなかった感動も互いに共有できるようになるのではないであろうか。

感性心理学としては、コンテンツの「楽しさ」「おもしろさ」「感動」なども考察し、クリエイティブな活動につなげることが、非常に大きな意味を持つであろう。



図18 コンテンツの感動を感性心理学でとらえる

9. ICT とバーチャルリアリティによる自由な教育スタイル

(1) ICT と教育スタイル

ICTを教育の現場に導入しようとする際、意図しないまま陥ってしまいがちな誤りが、ICT機器操作とICT機器の機能の「枠」の中に、各教員の教育スタイルを押しはめんばかりの状況になってしまうことである。これはまったく逆で、ICT導入の意義としては、それぞれの教育者が、ICTというツールによってより自由になり、自らが目指す個性豊かな教育スタイルを追求できるようになることこそが最も重要である。

下記のような、ある教授の架空の講義風景を考えてみよう。

その教授は黒板の前にはいない。学生の間を、彼らの顔をみながら、一人一人に語りかけるが好きで大切だと考え、教室を無尽に歩きまわる。板書が必要だからと黒板に貼り付かされるのは無益だと思っているのである。

しかし、歩き回りながら板書したいとき、図解したいときは、通常であれば、急ぎ黒板の前まで戻らねばならない。

だが、ここにICTシステムがある。彼はほとんど手ぶらで講義室にやって来たが、手元のツールを操作すると、彼の研究室にあるデータが瞬時に読み出されて、かつ、全学生の目前にその詳細な情報が鮮やかに提示される。もちろん、学生個々人に提示されているその情報にタッチし、より自分の見たい部分をクロースアップ操作したりすることもまた思う存分可能である。

教授は続ける。もちろん、事前の授業計画はばっちり入念であったが、受講生の生の反応を見るにつけ、彼の研究知識と経験と教育への情熱が豊かであればあるほどに、今提示した内容とその関連性のある脳内ネットワークが活性化し、彼らに話してあげ

たい一層広く一層深い話題が、あとからあとからほとばしる様に湧き出てくるのである。(これが今までであれば、その場で皆の反応をみて「そうだ、ではこれなら！これも話してやろう！」と思いついたにしても、あらかじめ持ってこなかった資料は、決して皆に示してやれなかったなあ、と思いながら。)

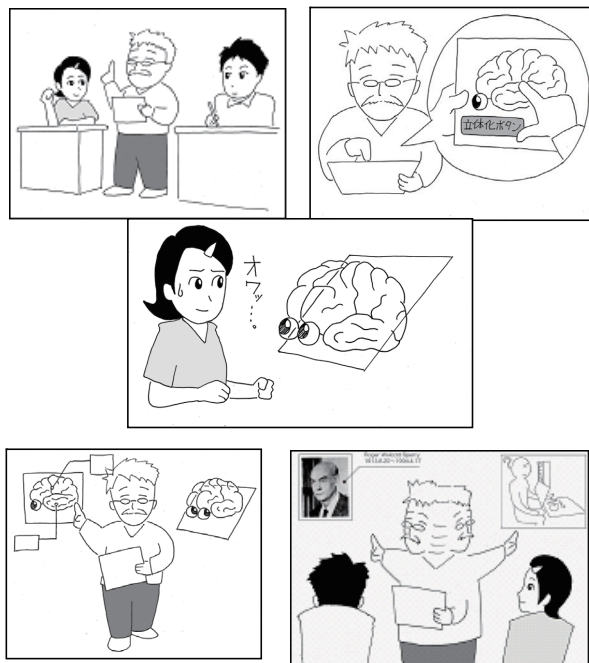


図19 パーチャルリアリティで自由なICT教育

(2) ライブ作成機能

上記の例は、ひとまずは「出来上がっている」教材、資料を提示しようという場面である。しかし、ICTとパーチャルリアリティによって、(板書という意味でなく)教材もその場で作り上げることが可

能であろうし、出来上がったものではなく、その作成プロセスも重要な場合が少なくないのではないであろうか。なんとすれば、大学に必要なのはその「答え」ではなく、答えに至る思考プロセスを自分で辿ることができるようになることだからである。

図20はそうしたツールを目指す一例である。

(3) 著作権への対応

さらに、著作権問題にも細心の注意を払わねばならない近年では、Web配信による著作権侵害の問題は、e-Learningの発展に支障となりかねない。このことだけを考えると、オリジナル教材の作成能力だけが切り離されて強く求められてしまうが、こうした教材の作成には、たとえスキルがあっても、現状ではまだまだ膨大な手間が必要であるのは間違いない。さらに、どう考えても、たとえばTV番組等で取材・作成された素材の方が秀でている場合があり、したがって、使用には著作権に関わる場合は少なからず生じる。これらを教員が単独で行うというのは、教材を自作しながら同時に著作権処理をこなさなければならないということであり、どう考えてもそれは困難で、この観点でも組織的な支援体制がぜひ必要である。並行的に、教員が自分でコンテンツを軽快に作成できるシステムをつくることへの取り組みも、ぜひ不可欠であろう。これにもパーチャルリアリティの利用が極めて有効だといえよう。

付記：本研究の一部は、文部科学省平成17年度サイバーキャンパス整備事業に採択された、研究活動に関する利用計画において行われました。

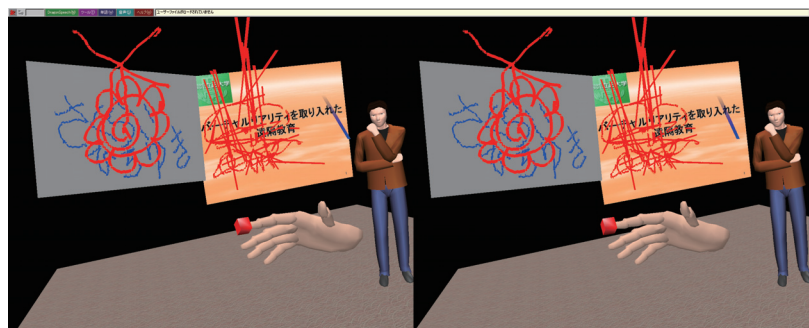


図20 この図の上にある二つの赤い点を手がかりとして平行法で立体視できれば、スクリーンやアバターだけでなく、手や描画されたラインまでも立体的に描き出されていることが体験できる。

参考・引用文献

- (1) 山下倫範、後藤真太郎、櫻井広幸、石松明長、東川昌之、川田雅広、藤村 哲、石田 睦、菅野智文、福瀧敏典、安部和宏、室本秀行、神部勝之、鮫島正大、清水宣明：立正大学における遠隔教育システム導入の試み、平成17年度情報処理教育研究集会発表論文集、pp.336-340、2005。
- (2) 櫻井広幸、後藤真太郎、山下倫範、東川昌之、石松明長、福瀧敏典、安部和宏、室本秀行、菅野智文、神部勝之、鮫島正大：バーチャルリアリティを取り入れた遠隔教育の試み、平成17年度情報処理教育研究集会発表論文集、pp.521-525、2005。
- (3) 櫻井広幸、後藤真太郎、山下倫範、酒井聡一、東川昌之、石松明長、藤村 哲、野田唯志、田中典子、福瀧敏典、安部和弘、室本秀行、菅野智文、神部勝之、鮫島正大：遠隔教育におけるバーチャルリアリティ空間の活用、平成18年度情報教育研究集会講演論文集、pp.24-26、2006。
- (4) 佐久本功達、杉本雅彦、櫻井広幸、石原 学、杉本和隆、志方 奏：パソコン会議システムを利用した不登校生徒に対する情報教育の試み、科学教育研究、24、4、pp.226-239、2000。
- (5) 都甲 潔、坂口光一編著：「感性の科学」朝倉書店、pp.146-199、2006。